

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-131217  
(43)Date of publication of application : 18.05.1999

(51)Int.Cl. C23C 14/06  
B23B 27/14

(21)Application number : 09-312818 (71)Applicant : HITACHI TOOL ENG LTD  
BALZERS AG  
(22)Date of filing : 29.10.1997 (72)Inventor : BRAENDLE HANS DR  
SHIMA NOBUHIKO

## (54) COATED HARD TOOL

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the adhesion of a hard coating film by specifying the ratio of the diffraction intensity between the (200) plane and the (111) plane in the X-ray diffraction of compd. coating of TiAl and interposing a metallic alloy layer of Ti or TiAl with specified thickness on the space between a substrate and the coating.

**SOLUTION:** In a hard layer, the ratio of Ti/Al is regulated to 95/5 to 25/75. In this way, the wear resistance and oxidation-resistance of the coating film is improved. In the case the diffraction intensities of the (200) plane and the (111) plane are respectively defined as I (200) and I (111), the I (200)/I (111) is regulated to 1. In the case of <1, there is a fear that the peeling of the coating film is generated in the process of cutting in a tool used for cutting relatively high in cutting stress such as an insert made of cemented carbide. The thickness of the metallic layer to be interposed on the space between the substrate and the coating film is regulated to 2 to 1000 nm. In the case of the lower limit or below, it has no effect on the improvement of the adhesion of the coating film and, in the case of above the upper limit, slippage is generated in the metallic layer, and the coating film is made easy to peel.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.04.2004  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-131217

(43)公開日 平成11年(1999)5月18日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
C 23 C 14/06  
B 23 B 27/14

識別記号

F I  
C 23 C 14/06  
B 23 B 27/14

N  
A

審査請求 未請求 請求項の数3 FD (全6頁)

(21)出願番号	特願平9-312818	(71)出願人	000233066 日立ツール株式会社 東京都江東区東陽4丁目1番13号
(22)出願日	平成9年(1997)10月29日	(71)出願人	590000031 パルツエルス アクチエンゲゼルシャフト リヒテンシュタイン国、エフエル 9496 パルツエルス (番地なし)
		(72)発明者	ハンス ブレンドル リヒテンシュタイン国、エフエル 9496、 パルツエルス パルツエルス アクチエンゲゼルシャフト内
		(74)代理人	弁理士 柳沢 昌之 (外1名)
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 被覆硬質工具

(57)【要約】

【課題】 TiAl系化合物を被覆した工具において、残留する高い圧縮応力に起因する皮膜の密着性に問題があり、その皮膜の圧縮応力を制御することにより一層皮膜の密着性は向上させることを目的とする。

【解決手段】 TiAl系化合物を被覆した工具において、TiAlの化合物皮膜のX線回折における(200)面の回折強度をI(200)、(111)面の回折強度をI(111)とした場合にI(200)/I(111)の比が1以上であり、基体と該TiAlの化合物皮膜の間に2nmから1000nmの厚さを有するTiもしくは(TiAl)の金属もしくは金属合金層を介在させることにより構成する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Ti/A1の原子比率が95/5から25/75のTiとA1の窒化物、炭窒化物、炭窒酸化物、窒硼化物、炭窒硼化物の单層もしくは2種以上を多層に被覆した被覆硬質工具において、該TiA1の化合物皮膜のX線回折における(200)面の回折強度をI-(200)、(111)面の回折強度をI(111)とした場合にI(200)/I(111)の比が1以上であり、基体と該TiA1の化合物皮膜の間に2nmから1000nmの厚さを有するTiもしくは(TiA1)の金属もしくは金属合金層を介在させたことを特徴とする被覆硬質工具。

【請求項2】 請求項1記載の被覆硬質工具において、基体が超硬合金製インサートであることを特徴とする被覆硬質工具。

【請求項3】 請求項1記載の被覆硬質工具において、基体が高速度鋼製のエンドミルまたはドリルであることを特徴とする被覆硬質工具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本願発明は、皮膜の密着性に優れ、結果的に優れた耐摩耗性を有する被覆硬質工具に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、TiN、TiCN等の皮膜が汎用的、かつ、一般的であったが、近年、TiにA1を含有させ、耐摩耗性・耐酸化性を向上させる研究がなされ、特開平8-267306号公報には、A1の添加効果を認める事例も種々存在する。しかしながら、これらの事例は皮膜にA1を添加することにより、皮膜の耐酸化性、耐摩耗性といった皮膜そのものの改善が行われたにすぎない。また、TiA1N皮膜の密着性を改善する方法として、同号公報にみられるように、TiN皮膜を下地に用いることも提案されているが、十分な密着性を得るには至っていないのが現状である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】最近では、切削を高能率化する傾向が強く、切削速度ならびに切削送りは増加する傾向にある。このような場合工具寿命を支配する因子としては、皮膜の耐摩耗性、耐酸化性よりも皮膜の密着性が極めて重要なものとなる。前記A1を添加した皮膜は一般に残留圧縮応力が高く、その結果皮膜の密着性が十分満足されるものでなく、この様な高能率な切削加工においては、しばしば皮膜が剥離し工具の寿命、信頼性を損なう結果となっている。従って、この様な高能率切削においても、長寿命でかつ安定した切削を実現するためには、皮膜の密着性をさらに高める必要がある。一方、密着性を向上させるために、密着性を劣化させる根本原因である皮膜の残留圧縮応力そのものを低減させる研究もなされてはいるが、いまだ十分な効果をみるに至

っていないのが現状である。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明者らは皮膜の密着性を改善すべく鋭意研究を重ねた結果、A1を含有する高い圧縮応力を有する硬質皮膜の下に軟らかい金属又は金属合金の皮膜を介在させることにより、A1を含有する硬質皮膜の高い圧縮応力は吸収緩和され、結果硬質皮膜の密着性を著しく改善できる知見を得るに至った。

【0005】このことは、皮膜に高い圧縮応力が存在する場合には、皮膜と基体の界面にこの圧縮応力に起因する高い剪断応力が作用し、この剪断応力が皮膜の密着性を損なう要因であり、これを緩和、もしくは除去することが皮膜の密着性を向上させる結果となることを示唆するものである。つまり、高い圧縮応力を有する皮膜と基体の間に比較的軟らかい層を介在させることにより、この比較的軟らかい皮膜が高い圧縮応力に起因して界面に発生する剪断応力を吸収、緩和したものと考えられる。次に、前述したようにTiの窒化物等を介在させる事例もあるが、Tiの窒化物を用いた場合より金属又は金属合金層は応力の緩和に対して効果的である。金属又は金属合金層は吸収エネルギーが高くまたヤング率が低いため転位が移動し易く皮膜の応力緩和に対しより効果的を発揮するものと考えられる。一方、A1を含有させたTiの窒化物等を用いた方が密着性の向上に対してはより優れた効果を発揮する。これは、基体の表面に空気中に置いておいたときに必ず形成される僅かな酸化層が存在すると皮膜の密着性は著しく劣化するが、下地として形成される皮膜中にA1が少量存在することによりコーティング開始時に、この酸化層を還元するテルミット反応が起き酸化層を除去し皮膜の密着性を著しく改善する結果をもたらす。これはA1の酸化物は生成自由エネルギーが低く極めて形成されやすいため基体表面の酸化層の酸素とA1のイオンが反応して皮膜内に酸化物を形成し基体表面の酸化層を除去する為である。

【0006】皮膜そのものの残留圧縮応力はコーティング条件に強く依存する。一般にイオンのエネルギーが低い条件下のコーティングにおいては、皮膜の残留圧縮応力は低い結果となり、反対にイオンのエネルギーが高い条件下のコーティングにおいては、皮膜の残留圧縮応力は高くなる。イオンのエネルギーを決定するのは主に基体に付与するバイアス電圧と真空度である。本発明者らの研究によれば皮膜は残留応力が低い場合にはX線回折において皮膜は(200)に配向する傾向にある。またTiとA1の比がことなるTiA1の化合物を多層にすることにより、残留圧縮応力はさらに10%から30%低いものとなる。以上の結果、切削の高能率化に対し一刀あたりの送り量が比較的大きく、切削応力の高い超硬合金製インサートのフライス切削を始め、同様な高速度鋼製エンドミル切削、ドリル切削において、皮膜の剥離は抑制され、安定した切削加工の実現が可能となった。

【0007】次に数値を限定した理由を述べる。硬質層においては、A1の含有率は5%を下まると、A1の添加効果が認められず皮膜の耐摩耗性並びに耐酸化性は向上せず、75%を越えて含有させるとA1Nとしての特性に近づき硬さが低下し皮膜の耐摩耗性を損なう結果となるため、Ti/A1比は95/5から25/75とした。I(200)/I(111)の比が1以下であると皮膜の圧縮応力が3GPaを越え、超硬合金製インサート、高速度鋼製エンドミル等比較的切削応力が高い切削に用いられる工具においては、切削中に皮膜の剥離が発生する場合があるため1以上とした。また、介在させる金属又は金属合金層の厚さは2nm以下であると応力緩和つまり皮膜の密着性の改善に効果がなく、1000

nmを越えると合金層内ですべりが発生し皮膜が容易に剥離する結果となるため、2nmから1000nmとした。

#### 【0008】

【実施例】以下実施例に基づいて本発明を説明する。高速度鋼製エンドミル、刃径16mm、4枚刃を用いて、小型アークイオンプレーティング装置を用い表1に示す条件において本発明例1～8、比較例9～12のコーティングを行い被覆高速度鋼製エンドミルを製作した。金属層、合金金属層のコーティングにおいては窒素ガスの導入を止めて行った。

#### 【0009】

【表1】

試料番号	コーティング条件 バイアス 電圧(V) 真空度 mbar		皮膜 第1層 金属層	皮膜 第2層 硬質層	I(200) / I(111)	折損時の 切削長 (m)	
本発明例	1	70	$1 \times 10^{-2}$	Ti 3nm	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N	5.6	45.6
	2	↑	↑	Ti 100nm	↑	6.2	54.6
	3	↑	↑	Ti 850nm	↑	7.8	40.7
	4	↑	↑	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> 100nm	↑	12.5	57.3
	5	↑	↑	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> 100nm	Ti <sub>0.9</sub> Al <sub>0.1</sub> N Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N の交互 15 層	2.5 14.5	60.4
	6	↑	↑	Ti <sub>0.8</sub> Al <sub>0.1</sub> 100nm	Ti <sub>0.8</sub> Al <sub>0.2</sub> N Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N の交互 50 層	2.8 14.2	69.5
	7	↑	↑	Ti <sub>0.9</sub> Al <sub>0.1</sub> 500nm	Ti <sub>0.8</sub> Al <sub>0.4</sub> N	7.8	52.8
	8	↑	↑	Ti <sub>0.9</sub> Al <sub>0.1</sub> N 100nm	Ti <sub>0.2</sub> Al <sub>0.7</sub> N	8.9	48.2
比較例	9	300	↑	free	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N	0.9	18.8
	10	↑	↑	free	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N	0.2	5.5
	11	↑	↑	TiN 0.1μ	↑	0.5	4.4
	12	↑	↑	TiN 1.0 μ	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N	0.7	15.3

【0010】得られたエンドミルで以下の諸元にて切削テストを行い、折損するまで切削を行った。折損が発生した時点の切削長を表1に併記した。

被削材 SUS304

切削速度 40m/m i n

送り 0.12mm/刃

切り込み 16mm × 4mm

切削油 なし (dry)

【0011】表1より明らかなように、金属層または金属合金層を介在させた場合、及び皮膜が(200)に配

向した本発明例のエンドミルは、皮膜の密着性が良好で、ステンレス鋼の様に過重な負荷がかかる切削においても安定した切削性を示したが、比較例は切削初期に皮膜の剥離が生じ、切削中期に皮膜がブレークされ折れ、寿命となった。

【0012】次に、表2に示すコーティング条件でJIS P40相当の超硬合金製インサートに先の実施例と同様のコーティングを行い、皮膜の厚さを3.0μmに統一して本発明例13～20、比較例21～24を製作した。以下の切削諸元にてフライス切削を行い、皮膜が

剥離するまでの切削長を求めた。皮膜に剥離が発生する  
とインサートはすぐに欠損するためである。

インサート J I S P 4 0 相当 S E E 4 2

被削材 S K D 6 1 H R C 4 2

切削速度 1 6 0 m / m i n

送り 0. 1 m m / 刃

切り込み 2 m m

切削方式 乾式切削 (D r y )

表2に剥離発生(欠損)に至るまでの切削長を併記す  
る。

【0013】

【表2】

試料番号	コーティング条件		皮膜			切削寿命 (m)	
	バイアス 電圧(V)	真空度 mbar	金属層	I(200)/ I(111)	硬質層		
本発明例	1	70	$1 \times 10^{-2}$	Ti 3nm	7.4	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N	6.55
	2	↑	↑	Ti 100nm	12.5	↑	8.45
	3	↑	↑	Ti 750nm	15.6	↑	6.22
	4	↑	↑	Ti <sub>0.9</sub> Al <sub>0.1</sub> 100nm	11.3	↑	8.35
	5	↑	↑	Ti <sub>0.9</sub> Al <sub>0.1</sub> 50nm	2.3 8.2	Ti <sub>0.9</sub> Al <sub>0.2</sub> N Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N の交互 30 層	10.11
	6	↑	↑	Ti <sub>0.9</sub> Al <sub>0.1</sub> 100nm	1.9 7.3	Ti <sub>0.7</sub> Al <sub>0.3</sub> N Ti <sub>0.45</sub> Al <sub>0.55</sub> N の交互 50 層	6.78
	7	↑	↑	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> 100nm	6.7	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N	9.22
	8	↑	↑	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub>	22.3	Ti <sub>0.3</sub> Al <sub>0.7</sub> N	7.24
比較例	9	300	↑	Free	0.56	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N	0.66
	10	↑	↑	Free	0.31	Ti <sub>0.7</sub> Al <sub>0.3</sub> N Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N の交互 15 層	0.78
	11	↑	↑	TiN 0.1 μ	0.22	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N	1.21
	12	↑	↑	TiN 1.0 μ	0.37	↑	1.87

【0014】表2より明らかなように、金属層又は金属合金層を介在させ、かつ、皮膜が(200)に配向している本発明例の被覆インサートは皮膜の密着性が良好でHRC42の調質材の鋼のフライス切削において極めて安定した切削を実現するものである。比較例は切削初期に皮膜が剥離し欠損を生じた。

【0015】更に、表3に示すコーティング条件にて高

速度鋼製ドリルに本発明例、並びに比較例に示すコーティングを行い、次に示す切削試験を行った。本実施例においても、硬質層の膜厚は3.0 μmとした。

ドリル Φ 6 mm

被削材 S C M 4 4 0

切削速度 4 0 m / m i n

送り 0. 1 3 m m / r e v

穴深さ 15mm

切削方式 湿式切削

【0016】

【表3】

表3に、折損に至る寿命までの切削長も併記する。

試料 番号	コーティング層			折損に至る 穴明け数
	金属層	硬質層	I(200)/I(111)	
本 發 明 例	1 Ti <sub>0.9</sub> Al <sub>0.1</sub> 5nm	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N	6.5	345
	2 Ti <sub>0.9</sub> Al <sub>0.1</sub> 50nm	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N	7.2	378
	3 Ti <sub>0.9</sub> Al <sub>0.1</sub> 800nm	Ti <sub>0.6</sub> Al <sub>0.5</sub> N	8.5	305
	4 Ti 400nm	Ti <sub>0.9</sub> Al <sub>0.1</sub> N Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N の交互 15 層	2.2 10.2	421
	5 Ti 50nm	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N	9.5	440
比 較 例	6 Free	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N	0.56	85
	7 Free	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N	0.24	88
	8 TiN 1.0u	Ti <sub>0.5</sub> Al <sub>0.5</sub> N	0.67	57

【0017】表3より明らかなように、ドリル先端部と外周刃の交差部分の皮膜に剥離が発生し寿命となつたが、本発明例では合金金属層を介在させることにより、いっそうの寿命の向上が認められる。

【0018】

【発明の効果】上記説明したように、皮膜の密着性を基体-皮膜間に金属又は合金金属層を設け、皮膜に残留す

る応力を低減することにより、フライス切削、エンドミル、ドリル等で作用する食い付き時の衝撃にも十分な密着性を保つことができ、皮膜本来の耐摩耗性を発揮することができ、また、その皮膜は配向性を I (200) / I (111) 比を制御することにより、衝撃に耐え、こすり摩耗に優れた耐摩耗性を発揮することができた。

フロントページの続き

(72)発明者 島 順彦

千葉県成田市新泉13番地の2 日立ツール

株式会社成田工場内